

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 56-088328

(43)Date of publication of application : 17.07.1981

---

(51)Int.Cl.

H01L 21/60

---

(21)Application number : 54-166146

(71)Applicant : TANAKA DENSHI KOGYO KK

(22)Date of filing : 19.12.1979

(72)Inventor : HAYASHI SHOZO

TOMIYAMA SUSUMU

---

(54) GOLD WIRE FOR BONDING SEMICONDUCTOR ELEMENT AND SEMICONDUCTOR ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain gold wire whose bonding property is excellent by the inclusion of specified amounts of Ag, Ca, Fe, and Mg, in addition to Au.

CONSTITUTION: By the inclusion of 2W100ppm of Ag, 1W20ppm of Ca, 0.5W 50ppm of Fe, and 0.5W50ppm of Mg in weight ppm indications, in addition to Au, the elements cooperate together in said composition range, the balance in the Au wire itself is maintained, and the excellent bonding property is indicated. If the total amount of the added elements is 4W220 weight ppm, the secular softening and unstable gold ball configuration can be prevented.

Although Ti, Cu, Si, Sn, Bi, Mn, Pb, Ni, Cr, Co, Al, and Pd are readily mixed into the Au alloy wire naturally or in the manufacturing process, the balance in the gold wire itself is not hampered if the maximum weight ppm is less than 30. However, if the weight ppm of Cd, Zn, As, Sb, B and the like exceeds 5 weight ppm, the characteristics of the gold wire tend to decrease. In this constitution, can be obtained the bonding wire of the Au alloy which is hard to be subjected to the thermal effect, and has the thin bonding layer after the bonding and the large bonding strength.

---

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

PAT-NO: JP356088328A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 56088328 A

TITLE: GOLD WIRE FOR BONDING SEMICONDUCTOR ELEMENT AND  
SEMICONDUCTOR ELEMENT

PUBN-DATE: July 17, 1981

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HAYASHI, SHOZO

TOMIYAMA, SUSUMU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

TANAKA DENSHI KOGYO KK

N/A

APPL-NO: JP54166146

APPL-DATE: December 19, 1979

INT-CL (IPC): H01L021/60

US-CL-CURRENT: 438/100, 438/FOR.364

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain gold wire whose bonding property is excellent by the inclusion of specified amounts of Ag, Ca, Fe, and Mg, in addition to Au.

CONSTITUTION: By the inclusion of 2~100ppm of Ag, 1~20ppm of Ca, 0.5~50ppm of Fe, and 0.5~50ppm of Mg in weight ppm indications, in addition to Au, the elements cooperate together in said composition range, the balance in the Au wire itself is maintained, and the excellent bonding property is indicated. If the total amount of the added elements is 4~220 weight ppm, the secular softening and unstable gold ball configuration can be prevented. Although Ti, Cu, Si, Sn, Bi, Mn, Pb, Ni, Cr, Co, Al, and Pd are readily mixed into the Au alloy wire naturally or in the manufacturing process, the balance in the gold wire itself is not hampered if the maximum weight ppm is less than 30. However, if the weight ppm of Cd, Zn, As, Sb, B and the like exceeds 5 weight ppm, the characteristics of the gold wire tend to decrease. In this constitution, can be obtained the bonding wire of the Au alloy which is hard to be subjected to the thermal effect, and has the thin bonding layer after the bonding and the large bonding strength.

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56—88328

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 21/60

識別記号

庁内整理番号  
6851—5 F

⑬ 公開 昭和56年(1981)7月17日

発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 半導体素子のボンディング用金線及び半導体素子

⑯ 特 願 昭54—166146

⑰ 出 願 昭54(1979)12月19日

⑱ 発 明 者 林正蔵

所沢市上新井1642—37

⑲ 発 明 者 富山進

三鷹市下連雀6—6—20

⑳ 出 願 人 田中電子工業株式会社

東京都中央区日本橋茅場町2丁目14番地3

㉑ 代 理 人 弁理士 早川政名 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

半導体素子のボンディング用金線及び半導体素子

2. 特許請求の範囲

(1) 銀 2 ～ 100 重量 ppm、カルシウム 1 ～ 20 重量 ppm、鉄 0.5 ～ 50 重量 ppm、マグネシウム 0.5 ～ 50 重量 ppm を含有し、残りが金であることを特徴とする半導体素子のボンディング用金線。

(2) 特許請求の範囲第 1 項記載において、上記金がチタン、銅、シリコン、錫、ビスマス、マンガン、鉛、ニッケル、クロム、コバルト、アルミニウム、パラジウムの一類又は複数を含有し、その総含有量が 30 重量 ppm 以下であることを特徴とするボンディング用金線。

(3) 特許請求の範囲第 1 項又は第 2 項記載において、金が上記元素以外の不純物元素を含有し、その総含有量が 5 重量 ppm 以下であるこ

とを特徴とするボンディング用金線。

(4) シリコンチップ電極と、銀 2 ～ 100 重量 ppm、カルシウム 1 ～ 20 重量 ppm、鉄 0.5 ～ 50 重量 ppm、マグネシウム 0.5 ～ 50 重量 ppm、残りを金としたボンディング用金線との接続体から成る半導体素子。

(5) 特許請求の範囲第 4 項記載において、上記金がチタン、銅、シリコン、錫、ビスマス、マンガン、鉛、ニッケル、クロム、コバルト、アルミニウム、パラジウムの一類又は複数を含有し、その総含有量が 30 重量 ppm 以下であることを特徴とする半導体素子。

(6) 特許請求の範囲第 4 項又は第 5 項記載において、金が上記元素以外の不純物元素を含有し、その総含有量が 5 重量 ppm 以下であることを特徴とする半導体素子。

3. 発明の詳細な説明

本発明は半導体のチップ電極と外部リード部とを接続するために使用するワイヤボンディング

グ用金線及びその半導体素子に関する。

金は耐食性があり、展延性が良くボンディング性に優れていることから、一般に金を主成分にした金合金が半導体素子のボンディング用金線として知られている。

従来、このような金合金からなるボンディング用金線を酸水素炎又は電気的に溶断し、その際にできる金ボールを押し潰して150～300℃の加熱状態におかれている半導体のチップ電極と外部リード部に手動式や自動式のボンディングマシンを用いて接続していた。しかるに従来から使用されている金線は直径50 $\mu$ m以下の細線にすると、引張強さが弱く、誘引加工中に断線したり、あるいはボンディング作業中に断線を起したり、さらにボンディング金線を溶断したときにボンディング金線本来の繊維状結晶組織が失われて再結晶による結晶粒の粗大化を起しもろくなつたり、あるいは金ボールの形状が一定せず、ボンディング後の接合強度が低下

したりするなどの欠点があつた。

又、上記のように150～300℃の温度で熱圧着するため、ボンディング金線が軟化し、チップ電極と外部リード部を接続するボンディング金線のループ形状がたるみを生じて外部リード部をショートしたり、さらに樹脂をモールドする場合、ボンディング金線が軟化によつて変形し、ショートや断線の原因となつたり、あるいは経時的に軟化して引張強さが低下し断線したりする欠点があつた。

そこで本発明者は従来のボンディング金線を分析したところ、金合金の金の純度が99.99重量%以上であり、金以外の元素の合計重量が100重量ppm以下である場合が最も多かつた。

金以外の元素の成分や含有量は、金の産出地の自然的影響や必要上故意に添加する人為的影響により各々異なるものの、いずれも金に特有の元素を精製せずに残して、又は人為的に添加してボンディング性を向上させようとするもの

- 3 -

であつた。例えば鉄元素を含有せしめた金合金を使用したり、銀と銅の合計重量を限定して含有せしめた金合金を使用したり、カルシウムやゲルマニウムや鉛等を含有せしめた金合金を使用したりしてボンディング性を向上しようとしていた。

しかしながら、ボンディング金線が必要とする要素には、①引張強さが大きいこと、②高温強度が大きいこと、③経時軟化が少ないこと、④金ボールの形状が真球に近く且つ一定していること、⑤ボンディング後の接合強度が大きいことの五要素が最小限必要であり、特にシリコンチップ電極の半導体素子の場合にはボンディング後シリコンの半導体特性に悪影響を与えない為に前記第④要素が要求される。このように多くの要素が必要とされるため従来の金合金では、これらすべての要素を満足させる金線を得ることができなかつた。

そこで本発明者は假上従来事情に鑑み、種々

- 4 -

の実験及び測定をくり返し行なつたところ、上記五要素を全て満足するボンディング金線は、金以外の元素を単に添加したりするのでは得ることができず、特定元素及びそれらの含有量による金合金自体のバランスによらなければならぬことを見出したのである。

すなわち、単純な金以外の元素の添加では金以外の元素のバランスが金の産出地や精製等の自然的影響により左右され、前記①～⑤の五要素を同時に満足させることができないからである。

而して本発明の目的は上記①～⑤の五要素を満たしてボンディング性に優れた金線及びボンディング後の半導体特性に優れた半導体素子を提供することにある。

斯る本発明金線は、銀(Ag) 2～100重量ppm、カルシウム(Ca) 1～20重量ppm、鉄(Fe) 0.5～50重量ppm、マグネシウム(Mg) 0.5～50重量ppmを含有し、残りが金(Au)であることを特徴とし、

又本発明半導体素子はシリコンチップ電極と、銀(Ag) 2~100重量ppm、カルシウム(Ca) 1~20重量ppm、鉄(Fe) 0.5~50重量ppm、マグネシウム(Mg) 0.5~50重量ppm、残りを金としたボンディング用金線との接続体から成ることを特徴とする。

上記金に含有される元素、すなわち銀、カルシウム、鉄及びマグネシウム(第一元素群とする)は前記組成範囲で共働して金線自体のバランスを保持し前記①~⑤の五要素を満たす。

すなわち銀はその含有量が2重量ppm以下では金線が経時軟化を起し、100重量ppm以上ではボンディング後の接合強度が低下する。

カルシウムはその含有量が1重量ppm以下では高温時の引張強度が低下し、20重量ppm以上では靱性が失われる。

鉄はその含有量が0.5重量ppm以下では引張強度が低下し、50重量ppm以上ではボンディング時金線表面に酸化被膜が生成し、ボンディング

後の接合強度が低下する。

マグネシウムはその含有量が0.5重量ppm以下では引張強度が低下し、50重量ppm以上では溶融時の金ボール形状が悪くなる。

上記組成範囲内であればボンディング性は維持できるが、好ましくは上記第一元素群の総含有量が4~220重量ppmであるとよい。すなわち上記Au-Ag-Ca-Fe-Mg合金が他の元素の影響を受けやすく量産した際に、その総含有量が4重量ppm以下ではボンディング金線が経時軟化を起しやすくなり、220重量ppm以上では金ボールの形状が不安定になりやすく、またボンディング後の接合強度が低下しやすくなる。

上記金線、Au-Ag-Ca-Fe-Mg合金には前記①~⑤の五要素に影響を与えにくい元素と影響を与えやすい元素とがある。

なぜなら上記Au-Ag-Ca-Fe-Mg合金の組成範囲が重量ppmのオーダーであるため、通常の金合金と異なり、特にボンディング金線と

- 7 -

して要求されるからである。

上記影響を与えにくい元素(第二元素群とする)としてはチタン(Ti)、銅(Cu)、シリコン(Si)、錫(Sn)、ビスマス(Bi)、マンガン(Mn)、鉛(Pb)、ニッケル(Ni)、クロム(Cr)、コバルト(Co)、アルミニウム(Al)、パラジウム(Pd)の各元素であり、これらの各元素は上記金線の五要素に対して一様に働き、最大30重量ppmを越えなければ金線自体のバランスを阻害しない。

上記第二元素群の各元素は自然的影響により又は製造の都合などの人為的影響により金線合金中に混入されやすい。

上記第一及び第二元素群以外の元素、すなわち金線に要求される五要素に影響を与えやすい元素(第三元素群とする)はカドミウム(Cd)、亜鉛(Zn)、アンチモン(Sb)、ヒソ(As)、ボロン(B)等であつて、上記金線合金のバランスを阻害しやすく、人為的影響により混入している場合でも精製などにより極力取り除かなければなら

- 9 -

- 8 -

ない。

上記第三元素群がその総含有量で5重量ppmを超えれば、量産したときに金線合金、Au-Ag-Ca-Fe-Mg合金のバランスがくずれ金線の特性を低下しやすくなる。

上記組成範囲のAu-Ag-Ca-Fe-Mg合金から成る金線はシリコンチップ電極に熱圧着法などで接続し一体として半導体素子が形成されるが、従来の金線に比し非常に好都合である。

すなわち、従来金線であれば、ボンディング時の熱影響で金線とシリコンチップ電極との接合層が厚くなり接合強度が低下するのに対し、本発明のバランスのとれたAu-Ag-Ca-Fe-Mg合金からなる金線は熱影響を受け難くボンディング後も接合層が薄く接合強度が大きく、シリコン半導体特性が優れている。

以下に実施例を示す。

各試料はAu-Ag-Ca-Fe-Mg合金を溶解精造し、線引加工により直径25 $\mu$ mの極線が

- 10 -

ンディング金線としたものである。

各試料の元素及びその含有量は次表(1)に示す通りであつて、その試料は1～4は本発明の実施品、5～8は比較品を示す。

表 (1)

試料 No.	第一元素群 (重量 ppm)					第二元素群 (重量 ppm)		第三元素群 (重量 ppm)
	Ag	Cu	Fe	Mg	元素	合計		
實施品	1	2	1	0.5	0.5	Cr < 5	< 30	—
	2	20	3	1	1	Cu < 5, Ti < 5	< 30	B < 5
	3	40	10	3	15	Bi < 5, Cu < 5, Pb < 5	< 30	Zn < 5
	4	100	20	50	50	Cu < 20, Sn < 5	< 30	Sn < 5
比較品	5	120	3	60	—	Bi < 5, Cu < 5, Mn < 5	< 30	Bi < 5
	6	1	0.5	1	1	Cu < 5	< 30	—
	7	70	5	5	30	Pd (20), Bi (20), Al (5)	> 30	Zn < 5
	8	120	5	70	40	Pd (10), Al (10)	< 30	Cd < 5

上記各試料をもつてボンディング金線の機械的

— 11 —

性質その他の特性を測定した結果を表2に示す。

尚、表の④項中の初期とは引加工した直後の引張強さをいう。

表 (2)

試料 No.	①引張強さ(σ) (伸び一定)		②高温強度 (250℃保持)		③経時変化 (引張強さ)		④ 金ボール の形状	⑤ ボンディング後 の接合強度(σ)	
	長さ(μ)	伸び(%)	長さ(μ)	伸び(%)	初期(σ)	400h後			
実 験 品	1	9	4	5	5	19	12.5	真 円	5.5
	2	10	4	6.5	4	20	20	真 円	7
	3	13	4	8.5	2	20	20	真 円	8.5
	4	15	4	10	2	21	21	真 円	10
比 較 品	5	7.5	4	3	4	19	17	酸化被膜 ができた	4
	6	6.5	4	2	4	18	10	真 円	2
	7	7.5	4	3	4	19	17	いびつ	3
	8	8	4	3	4	20	17	酸化被膜 ができた	4

— 12 —

上記表から明らかなように、本発明の実施品は1～4がいずれも上記表(2)中の項目①～⑥を全て満足するのに対し、比較品5～8はいずれも項目①～⑥を全て満足するものはない。この項目①～⑥は前述したボンディング線に要求される前記五要素①～⑥に対応した特性を示すものである。

上記実施例であらかなように、本発明によるバランスの保たれた金線は、ボンディング金線としての性能が優れており、かつ、シリコンチップ電極に溶接して接続体として構成されたものは、接合強度が大きく半導体素子としての性能が優れていることがわかる。

よつて、本発明の目的を達成することができる。